

특 2002-0016564

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
H01L 21/027

(11) 공개번호 특2002-0016564
(43) 공개일자 2002년03월04일

(21) 출원번호	10-2001-0051151
(22) 출원일자	2001년08월23일
(30) 우선권주장	00202960.1 2000년08월25일 EP(EP) 00307594.2 2000년09월04일 EP(EP) 01302647.1 2001년03월22일 EP(EP) 01304489.6 2001년05월21일 EP(EP)
(71) 출원인	에이에스엠 리소그래피 비.브이. 네덜란드 엘.에이.벨드호펜 5503 데 룬 1110
(72) 발명자	무르스요하네스후베르투스요세피나 네덜란드엔엘-5503엘아헬몬트디어돈크란56 바니네파담예프겐예비치 네덜란드엔엘-5704엔케헬몬트니어스란2 렌더스마르티누스헨트리쿠스안토니우스 네덜란드엔엘-30390이에르로테르담슈타트호우더스플라인29베 베리요헨리게라르트카토 네덜란드엔엘-3054체파우로테르담알리다판스판겐정겔19 비세르후고마티에우 네덜란드엔엘-3512파우케우트레히트랑게라우베르스트라트52비스 헤렌스게리트-안 네덜란드엔엘-2871체트하쉬운호펜코페르니쿠스상겔15 할에릭레오나르두스 네덜란드엔엘-3011데케로테르담생트야콥스트라트63 마일랑한스 네덜란드엔엘-3722베게빌트호펜파크란76 루프스트라에릭로에로프 네덜란드엔엘-5591베아헤제호디발두스란15 돈더스조에르트니콜라스람베르투스 네덜란드엔엘-5211하엔'에스-헤르토겐보쉬아크터헤트스타트후이스24 송재현, 김양오

(74) 대리인

심사청구 : 없음

(54) 마스크 조작성, 리소그래피 투영장치, 디바이스제조방법 및 그것에 의하여 제조된 디바이스

요약

리소그래피 투영장치에서, 마스크와 같은 물체는 전자기장을 이용하는 입자 차폐물에 의하여 표류 입자로 부터 차폐된다. 상기 필드는 균일한 전기장이거나, 불균일한 전기장이거나, 또는 광 미분일 수 있다. 입자 차폐수단은 마스크보다는 마스크 홀더에 부착된다.

도면도

52

명세서

도면의 간단한 설명

- 도 1은 본 발명의 제1실시예에 따른 리소그래피 투영장치를 도시한 도면,
 도 2는 본 발명의 제1실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 3은 본 발명의 제2실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 4는 중성 입자에서 유도된 쌍극자 모멘트를 도시한 도면,
 도 5는 본 발명의 제3실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 6은 본 발명의 제4실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 7은 본 발명의 제5실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 8은 본 발명의 제6실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 9는 본 발명의 제7실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 10, 도 11 및 도 12는 제7실시예의 세 개의 변형례의 사시도,
 도 13은 본 발명의 제8실시예에 따른 입자 차폐물을 구비한 리소그래피장치의 관련 부분의 도면,
 도 14는 본 발명의 제9실시예에서 입자 차폐물의 도면,
 도 15는 본 발명의 제9실시예의 변형례에서 입자 차폐물의 도면,
 도 16은 본 발명의 제10실시예에서 입자 트랩의 도면,
 도 17은 본 발명의 제13실시예에 따른 입자 차폐물을 구비한 진공 시일의 도면,
 도 18은 본 발명의 제14실시예에 따른 마스크 저장 상자의 부분 단면도,
 도 19는 본 발명의 제15실시예의 부분 단면도.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 예를 들어, 오염 입자가 마스크에 닿지 않도록 하는 입자 차폐물에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 마스크 조작장치, 마스크 저장상자 및/또는,

방사선의 투영 빔을 공급하는 방사 시스템;

투영 빔을 소정 패턴에 따라 패턴닝하는 역할을 하는 패턴닝 수단을 지지하는 지지 구조체;

기관을 유지하는 기관 테이블; 및

기관의 목표영역으로 패턴닝된 빔을 투영시키는 투영 시스템을 포함하여 이루어진 리소그래피 투영장치에서의 그러한 입자 차폐물의 적용에 관한 것이다.

'패터닝 수단(patterning means)'이라는 용어는 기관의 목표영역에 형성되어야 할 패턴에 대응하는 패턴닝된 단면을 입사하는 방사선 빔에 부여 하도록 사용될 수 있는 수단을 의미하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 하며, 본 명세서에서는 '광 밸브(light valve)'라는 용어로도 사용된다. 일반적으로, 상기 패턴은 집적회로 또는 기타 디바이스와 같이 목표영역에 형성될 디바이스 내의 특정 기능 층에 해당할 것이다(이하 참조). 그러한 패턴닝 수단의 예로는 다음과 같은 것들이 포함된다.

- 마스크. 이 마스크의 개념은 리소그래피 분야에서 이미 잘 알려져 있고, 교번 위상교체-쉬프트(alternating phase-shift)형 및 감쇠 위상-쉬프트형 마스크와 다양한 하이브리드 마스크 형식도 포함된다. 투영 빔 내에 이러한 마스크가 놓이면, 마스크의 패턴에 따라 마스크에 입사되는 방사선의 선택적인 투과(투과형 마스크의 경우) 또는 반사(반사형 마스크의 경우)가 이루어진다. 마스크의 경우에 그 지지 구조체는 일반적으로 마스크테이블이며, 마스크 테이블은 입사되는 투영 빔 내의 소정 위치에 마스크가 고정될 수 있게 하며, 필요한 경우에는 마스크를 상기 빔에 대하여 상대적으로 이동시킬 수 있도록 확보해 준다.

- 프로그래밍 가능한 거울 배열. 이러한 장치의 예로는, 점탄성 제어 층(viscoelastic control layer)과 반사면을 구비한 매트릭스-어드레서블 표면이 있다. 이러한 장치의 기본원리는, (예를 들어) 반사면의 어드레스된 영역(addressed area)에서는 입사광이 회절광으로 반사되는 한편, 어드레스되지 않은 영역에서는 입사광이 비회절광으로 반사되는 것이다. 적절한 필터를 사용하면, 반사된 빔 중에서 상기 비회절광을 필터링하여 회절광만 남게 할 수 있다. 이러한 방식으로, 상기 빔은 상기 매트릭스-어드레서블 표면의 어드레싱 패턴에 따라 패턴닝된다. 이때 요구되는 매트릭스 어드레싱은 적당한 전자 수단을 사용하여 수행될 수 있다. 이러한 것을 배열에 관한 더 많은 정보는, 예를 들어 본 명세서에서 참고 자료로 채용되고 있는 미국 특허 US 5,296,891호 및 US 5,523,193호로부터 얻을 수 있다. 이 경우에 상기 지지 구조체는 예를 들어, 필요에 따라 고정될 수도 이동될 수도 있는 프레임 또는 테이블로 구현될 수 있다.

- 프로그래밍 가능한 LCD 배열. 이러한 구조의 배열은 본 명세서에서 참고 자료로 채용되고 있는 미국특허 US 5,229,872호에 개시되어 있다. 상술한 바와 마찬가지로 이 경우에 지지 구조체는 예를 들어, 필요에 따라 고정될 수도 이동될 수도 있는 프레임 또는 테이블로 구현될 수 있다.

설명을 간단히 하기 위하여, 본 명세서의 나머지 부분 중 어느 곳에서는 그 자체가 마스크 및 마스크테이틀을 포함하는 예시적인 용어로서 지칭될 수도 있다. 하지만, 그러한 예시에서 논의된 일반적인 원리는 상술한 바와 같은 패턴닝 수단의 광의의 개념으로 이해되어야 한다.

예를 들어, 리소그래피 투영장치는 집적회로(IC)의 제조에 사용될 수 있다. 이 경우에, 상기 패턴닝 수단은 집적회로의 각각의 층에 대응되는 회로 패턴을 형성할 수 있다. 이 패턴은 이후에 감광층(레지스트) 층으로 도포된 기판(실리콘 웨이퍼)상의 목표영역(10이상의 다리로 구성되는)에 모화될 수 있다. 일반적으로 한 장의 웨이퍼에는 인접해 있는 여러 개의 목표영역들로 구성된 전체적인 네트워크가 형성되며, 이들 목표영역은 마스크를 통해 한번에 하나씩 연속적으로 조사된다. 현재 통용되는 장치에서, 마스크테이틀상의 마스크에 의한 패턴닝을 채택하는 데에는, 두 가지의 서로 다른 형식의 기계로 구현될 수 있다. 특정 형태의 리소그래피 투영장치에서는 목표영역상에 전체 마스크 패턴을 한번에 노광함으로써 각 목표영역이 조사되는데, 이러한 장치를 통상 웨이퍼 스테퍼(wafer stepper)라고 한다. 통상, 스텝-앤드-스캔 장치(step-and-scan apparatus)라고 불리워지는 대체 장치에서는 투영 빔 하에서 소정의 기준 방향('스캐닝' 방향)으로 레티클 패턴을 점진적으로 스캐닝하는 한편, 상기 스캐닝 방향과 같은 방향 또는 반대 방향으로 기판을 동기화시켜 스캐닝함으로써 각 목표영역이 조사된다. 일반적으로 투영 시스템은 배율 인자(magnification factor) M(일반적으로 <1)을 가지므로 기판테이틀이 스캐닝되는 속도(V)는 마스크테이틀이 스캐닝되는 속도의 인자 M배가 된다. 여기에 서술된 리소그래피 장치와 관련된 보다 상세한 정보는 예를 들어, US 6,046,792호에서 찾을 수 있으며, 본 명세서에서 참조자료로 채용된다.

리소그래피 투영장치를 사용하는 제조 공정에서, 패턴(예를 들어, 마스크의 패턴)은 에너지 감지 재료(레지스트)층이 최상층의 부분이라도 도포된 기판상에 모화된다. 이 모화 단계에 앞서, 기판은 전처리(priming), 레지스트 도포 및 소프트 베이킹과 같은 여러가지 과정을 거칠 수 있다. 노광 후에는, 노광후 베이킹(PEB), 현상, 하드 베이킹 및 모화된 형상의 측정/검사와 같은 또 다른 과정을 거치게 된다. 이러한 일련의 과정은, 예를 들어 IC 디바이스의 각각의 층을 패턴닝하는 기초로서 사용된다. 그런 다음 이러한 패턴닝 층은 예칭, 미온 주입(도핑), 금속화, 산화, 화학-기계적 연마 등과 같은, 각각의 층을 가공하기 위한 여러 공정을 거친다. 여러 개의 층이 요구된다면, 새로운 층마다 전체 공정 또는 그것의 변형된 공정이 반복되어야만 할 것이다. 그 결과로, 기판(웨이퍼)상에는 디바이스의 배열이 존재하게 될 것이다. 이들 디바이스는 다이싱 또는 소잉 등의 기술에 의해 서로 분리되고, 이들 각각의 디바이스는 캐리어에 장착되고 핀 등에 접속될 수 있다. 이와 같은 공정에 관한 추가 정보는 예를 들어, *Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing* (3판, Peter van Zant 저, McGraw Hill 출판사, 1997, ISBN 0-07-067250-4)으로 부터 얻을 수 있으며, 본 명세서에서도 참조자료로서 채용되고 있다.

리소그래피 투영장치에서는 장치내에 존재할 수 있는 표류 입자들이 마스크에 닿아 들러붙어 기판상에 모화되거나 최종 디바이스에 인쇄되지 않도록 해야 할 필요가 있다. 마스크의 오염 정도가 너무 크면 고품질의 회수만큼 세정될 수 있고 일반적으로 그 마스크는 세정될 수 없거나 세정이 가능하더라도 한정이 있는 디바이스를 초래할 수 있고 회수만큼 세정될 수 있다. 비교적 긴 파장의 자외선을 사용하는 리소그래피 투영장치에서는 펄리클에 의하여 입자가 마스크에 도달하지 못하게 한다. 펄리클은 리소그래피장치의 투영 빔으로 사용되는 방사선에 투명한 얇은 막이며 마스크와 이격되어 그와 평행하게 놓인다. 마스크를 향하여 이동하는 오염 입자는 펄리클에 접촉하여 들러붙는다. 펄리클에 들러붙은 입자가 기판상에 인쇄되지 않도록 하기 위해서, 펄리클은 마스크 수준에서의 초점심도보다 더 먼 거리만큼 마스크에서 떨어져 있다.

하지만, 현재로서는 193nm 또는 157nm의 UV 방사선이나 노광 빔용 극자외선을 사용하는 리소그래피 투영장치에 펄리클을 제공하기는 불가능하다. 거의 모든 재료가 EUV 방사선의 강한 흡수성이고 종래의 막 펄리클은 투영 빔의 허용할 수 없는 흡수량을 유발하지 않도록 약 30nm 이하의 두께를 가져야 한다. 이 두께의 막은 장치가 작동하는 동안의 진공 상태에서도, 설치 및 준비 중의 분위기에서도 충분한 수명을 갖지 못한다. 광학적 영향 및 온도 변화와 같은 그 밖의 영향도 그러한 얇은 막을 금방 손상시키기 쉽다.

별도의 펄리클 막에 대한 대안적인 접근 방법은 노광 방사선에 투명한 캡층(cap layer)을 마스크 위에 직접 형성시키는 것이다. 효과적이기 위해서, 상기 캡층은 마스크 수준에서의 초점심도보다 더 두꺼울 필요가 있다. 마스크 수준에서의 초점심도는 다음과 같이 주어진다:

$$1.22 \lambda f - k_2 \cdot \frac{\lambda}{NA^2} \cdot \frac{1}{\Delta z^2}$$

여기서, λ 는 EUV 방사선의 파장, NA는 웨이퍼 수준에서의 개구수, M 은 투영 광학기의 배율이며, k_2 는 상수로써 통상 1에 가깝다. 13.5nm의 EUV 방사선, 0.25의 개구수 및 1/5의 배율로는 마스크 수준에서의 초점심도는 대략 2.7 μ m이다. EUV 투영 빔에 대한 그러한 층의 효과는 과도할 것이다. 두께 d 의 재료를 통과하는 방사선의 투과율(T)은 다음과 같이 주어진다:

$$T = e^{-\alpha d}$$

여기서, α 는 재료의 감쇠 길이(attenuation length)(즉, 세기가 전체적으로 1/e의 인수만큼 줄어드는 길이)이다. 13.5nm의 방사선에 비교적 투명한 재료에 대하여도 감쇠 길이는 약 0.6 μ m이다. 따라서, 두께 2.7 μ m의 캡층은 전체 EUV 방사선의 약 99%를 흡수한다.

나이가, 더 짧은 파장의 방사선이 투영 빔으로 사용되는 때에는, 오염에 대한 민감성이 증가된다. EUV 파장에서는 50nm 직경의 오염 입자만으로도 잘못된 이미지를 초래할 수 있다. 따라서 마스크와 그 밖의 광학 요소들을 청결하게 유지해야 할 필요성은 극대화된다.

더 나아가, 리소그래피 투영장치에서 방사선의 투영 빔은 그것이 입사되는 임의의 표면상에서 전자가 나오게 할 수도 있다. 방사선의 빔이 입사되는 표면에는 기판, 센서 및 패턴닝 수단뿐만 아니라, 방사 시스템과 투영 시스템내에 있는 거울도 포함된다. 플러낸 전자는 이번에는 표면상에 존재하는 물과 탄화수소 분자의 결합을 깨뜨리고, 표면을 손상시키는 반응을 일으키는 오염을 초래한다. 특히 이는 실질적인 손상을 유발하는 것으로 보인다. 더욱이, 분자의 분해는 표류 전자를 흡수하지 않아 그것들이 표면으로 다시 튀어날 수 있고 표면에 대한 손상을 유발한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 마스크 조작장치 및, 파장이 200nm 미만의 방사선 특히, 극자외선을 사용하는 리소그래피 투영장치에서 오염으로부터의 보호가 요구되는 마스크 및 기타 구성요소에 입자가 도달하지 않도록 하면서, 동시에 투영 빔의 허용할 수 없는 감소를 피하게 해주는 입자 차폐물을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명에 따르면,

방사선의 투영 빔을 공급하는 방사 시스템;

투영 빔을 소정 패턴에 따라 패턴닝하는 역할을 하는 패턴닝 수단을 지지하는 지지 구조체;

기판을 유지하는 기판 테이블; 및

기판의 목표영역으로 패턴닝된 빔을 투영시키는 투영 시스템을 포함하며,

차폐될 물체에 입자가 입사되지 않도록 전자기장을 생성하는 입자 차폐수단을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치가 제공된다.

입자 차폐수단은 차폐된 물체로 접근하는 입자의 방향을 대체로 가로지르는 실질적으로 균일한 (순수한) 전기장을 생성함으로써, 모든 하전 입자에 힘을 가하여 차폐될 물체로부터 입자들이 벗어나게 한다. 그러한 균일한 전기장은 중성 입자들을 편향시킬 수는 없지만, 리소그래피장치내에 있는 표류 입자들의 주 에너지원인 리소그래피장치의 투영 빔의 방사선은 강하게 이온화하여 문제를 유발하기 쉬운 어떠한 입자들도 거의 확실하게 하전되고 대체로 전자의 전하의 수배의 전하를 갖게 된다. 통상 캐패시터와 같은 도체판의 배열을 사용하여 실질적으로 균일한 전기장을 생성할 수 있다.

대안적으로, 또는 부가적으로 입자 차폐물이 불균일한 전기장을 생성하여 중성 입자에 쌍극자 모멘트를 유도하고 따라서 그 입자들을 하전 입자와 함께 끌어 당길 수도 있다. 통상적으로 불균일한 자기장은 하전된 기다란 부재를 사용하여 생성될 수 있다.

입자 차폐물은 균일한 또는 불균일한 정적 필드 대신에, 또는 추가하여 교번하는 또는 시간적으로 변하는 필드를 생성할 수도 있다.

또한, 입자 차폐물이 마찬가지로 균일한 또는 불균일한 전기장 대신에, 또는 추가하여 횡단 빔에 들어가서 그로부터 광자를 흡수하는 입자에 횡단 모멘트 (transverse moment)를 전가하는 횡단 방사선 빔(즉, 발진 전기장 및 자기장) 또는 광 미풍(optical breeze)을 생성할 수도 있다. 방사선 파장은, 예상되는 모든 입자들에 의하여 흡수되면서 레지스트를 노광시키지는 않아 어떠한 표류 방사선도 기판 수준에 도달하지 않도록 선택될 수 있다.

입자 차폐물은 예를 들어, 적당히 짧은 파장의 전자기 방사선 또는 전자빔과 같은 이온화 방사선을 차폐될 물체의 앞을 가로지르도록 지향시키는 방사원일 수 있다. 이러한 구성으로, 차폐될 물체는 양으로 하전된 이온을 물이내도록 그 주위에 비하여 양으로 하전될 수 있고/또는 상대적으로 음의 포집판을 마련하여 양으로 하전된 입자를 끌어당길 수 있다. 이 구성은 주 투영 빔이 꺼진 때마저도 차폐될 물체의 보호를 확고히 한다.

차폐될 물체는 우선적으로 마스크인데, 마스크에 부착된 입자는 투영될 이미의 품질에 상당히 나쁜 영향을 주기 때문이며, 그 밖에도 조영 시스템이나 투영 시스템내에 있는 거울이나 기타 요소들도 차폐될 물체이다. 그러한 요소들에 입사하는 입자들은 그것들과 화학적으로 반응하기 쉬우며 반사도의 손실을 가져오게 할 수 있고 따라서 기판에서 수취되는 조영 조사량을 그르치게 된다.

물리적 방어물보다는 전자기장을 이용함으로써, 본 발명의 입자 차폐물은 투영 빔의 어떠한 감소도 없이 그 기능을 수행한다.

또 다른 형태에서 본 발명은 마스크의 조작, 운반 또는 저장시 마스크를 봉하고 있는 챔버 및, 상기 마스크의 적어도 패턴닝된 표면만을 입자에 의한 오염을 막거나 줄이기 위한 입자 차폐물을 포함하는 마스크 조작장치를 제공한다. 상기 입자 차폐수단은 상기 마스크의 적어도 패턴닝된 표면에는 입자가 입사되지 않도록 전자기장을 생성하는 수단을 포함할 수 있다.

또한 본 발명은,

상기 제2대물테이블에 적어도 부분적으로는 방사선 감지재료의 층으로 덮인 기판을 제공하는 단계;

방사 시스템을 사용하여 방사선의 투영 빔을 제공하는 단계;

투영 빔이 그 단면에 패턴을 갖도록 패턴닝 수단을 사용하는 단계;

방사선 감지재료층의 목표영역에 방사선의 패턴닝된 빔을 투영하는 단계를 포함하며,

차폐될 물체에 입자가 입사되지 않도록 전자기장을 생성하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법을 제공한다.

본 명세서에서는 IC의 제조에 있어서의 본 발명에 따른 장치의 특정한 적용례에 대하여 언급하였으나, 이러한 장치가 다른 여러 가능한 응용례를 가지고 있음이 명백히 이해되어야 할 것이다. 예를 들어, 상기 장치는 집적 광학 시스템, 자기 영역 메모리를 유도 및 검출 패턴, 액정 표시 패널, 박막 자기 헤드 등의 제조에도 이용될 수 있다. 당업자라면, 이러한 대안적인 적용 예와 관련하여, 본 명세서에서 사용된 레티클, 웨이퍼 또는 다이와 같은 용어가 각각 '마스크', '기판' 및 '목표영역' 등과 같은 좀 더 일반적인 용어로 대체되고 있음을 고려하여야 할 것이다.

본 명세서에서, 문장에서 달리 요구하지 않는다면 '방사선' 및 '빔'은 자외선(예를 들어 365nm, 248nm, 193nm, 157nm 또는 126nm의 파장을 갖는) 및 EUV(예를 들어, 5nm 내지 20nm의 파장을 가진 극자외선)를 포함한 모든 형태의 전자기 방사선을 포괄하여 사용된다.

이하에서 본 발명과 그에 따른 장점들이 예시적인 실시예와 첨부한 도면을 참조하여 서술된다.

제1 실시예

도 1은 본 발명의 특정 실시예에 따른 리소그래피 투영장치를 개략적으로 도시한 도면이다. 상기 장치는, 방사선(예를 들어, EUV 방사선)의 투영 빔(PB)을 공급하는 방사 시스템(Ex, IL), 특별한 경우에는 여기에 방사원(LA)도 포함;

마스크(MA)(예를 들어, 레티클)를 잡아주는 마스크 홀더를 구비하며, 아이템(PL)에 대하여 마스크를 정확히 위치시키는 제1위치설정수단(PW)에 접속된 제1대물테이블(마스크테이블)(MT);

기판(W)(예를 들어, 레지스트가 도포된 실리콘 웨이퍼)을 잡아주는 기판 홀더를 구비하며, 아이템(PL)에 대하여 기판을 정확히 위치시키는 제2위치설정수단(PW)에 접속된 제2대물테이블(기판테이블)(WT); 및

기판(W)의 목표영역(C)(10)상의 다이를 포함)에 마스크(MA)의 조사된 부분을 묘화시키는 투영 시스템('렌즈')(PL)(예를 들어, 거울 시스템)을 포함하여 이루어진다.

도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 투과 마스크를 구비한) 투과형(transmissive type)이다. 하지만, 일반적으로는, 예를 들어 (반사형 마스크를 구비한) 반사형일 수도 있다. 대안적으로는, 상기 장치는 위에서 언급한 바와 같은 형태의 프로그래밍 가능한 거울 배열과 같은 그 밖의 다른 종류의 패턴닝 수단을 채용할 수도 있다.

방사원(LA)(예를 들어, 방전 또는 레이저 생성 플라스마원)은 방사선의 빔을 만든다. 상기 빔은 곧바로 조명 시스템(일루미네이터)(IL)에 들어 가거나, 예를 들어 빔 확장기(Ex)와 같은 컨디셔닝 수단을 거친 다음에 조명 시스템으로 들어간다. 상기 일루미네이터(IL)는 빔내에서 세기 분포의 외측 및/또는 내측 반경을 크기(통상 각각 σ -외측 및 σ -내측이라 함)를 설정하는 조절 수단(AM)을 포함하여 이루어진다. 또한 그것은 일반적으로 집광기(IN) 및 집광기(CO)와 같은 그 밖의 다른 다양한 구성요소들을 포함하고 있다. 이러한 방식으로, 마스크(MA)에 입사되는 빔(PB)은 그 단면이 소정의 균일성과 세기 분포를 갖게 된다.

도 1과 관련하여, 상기 방사원(LA)은 리소그래피 투영장치의 하우징내에 놓이지만(흔히 방사원(LA)이 예를 들어, 수은 램프인 경우에서처럼), 그것이 리소그래피 투영장치로부터 멀리 떨어져 있어서 그것이 만 들어 낸 방사 빔이 (가령, 적당한 자향 거울에 의해) 장치 내부로 들어오게 할 수도 있다. 방사원(LA)이 액티브 레이저인 경우에는 후자 쪽이기 쉽다. 본 발명과 청구 범위는 이러한 두 경우를 모두 포함하고 있다.

이후, 상기 빔(PB)은 마스크테이블(MT)상에 고정된 마스크(MA)를 통과한다. 마스크(MA)를 통과한 빔(PB)은 렌즈(PL)를 통과하여 기판(W)의 목표영역(C)위에 빔(PB)의 초점을 맞춘다. 제2위치설정수단(PW)(및 간섭계 측정수단(IF))에 의해, 기판테이블(WT)은, 예를 들어 빔(PB)의 경로내에 상이한 목표영역(C)을 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제1위치설정수단(PW)은 예를 들어, 마스크 라이브러리로부터 마스크(MA)를 기계적으로 회수한 후에, 또는 스캐닝하는 동안, 빔(PB)의 경로에 대하여 마스크(MA)를 정확히 위치시키도록 사용될 수 있다. 일반적으로 대물테이블(MT, WT)의 이동은, 도 1에 명확히 도시되지는 않았지만, 긴 행정 모듈(long stroke module)(개략 위치설정) 및 짧은 행정 모듈(미세 위치설정)의 도움을 받아 행해질 것이다. 하지만, (스텝-앤드-스캔 장치와는 대조적으로) 웨이퍼 스테퍼의 경우에는 마스크 테이블(MT)은 단행정 액추에이터에 단지 연결되어 있거나 고정되어 있을 수도 있다.

상술한 장치는 다음의 두가지 상이한 모드로 사용될 수 있다.

1. 스텝 모드에서는, 마스크 테이블(MT)은 기본적으로 정지상태로 유지되며, 전체 마스크 이미지는 한번에(즉, 단일 '스캔'으로) 목표영역(C)에 투영된다. 이후 기판 테이블(WT)이 x 및/또는 y 방향으로 쉬프트되어 다른 목표영역(C)이 빔(PB)에 의해 조사될 수 있다.
2. 스캔 모드에서는, 소정 목표영역(C)이 단일 '스캔'으로 노광되지 않는 것을 제외하고는 동일한 시나리오가 적용된다. 그 대신에, 마스크 테이블(MT)이 v의 속도로 소정 방향(소위 '스캐닝 방향', 예를 들어 y 방향)으로 이동 가능해서, 투영 빔(PB)이 마스크 이미지의 모든 부분을 스캐닝하도록 되고, 동시에 기판 테이블(WT)은 속도 $V \neq v$ 로, 동일한 방향 또는 그 반대 방향으로 동시에 이동하며, 이 때 M 은 렌즈(PL)의 배율(통상 $M=1/4$ 또는 $M=1/5$)이다. 이러한 방식으로, 해상도를 떨어뜨리지 않고도 비교적 넓은 목표영역(C)이 노광될 수 있다.

도 2는 마스크(MA)의 부근에 제공된 정전기적 입자 차폐물(10)을 도시한다. 본 발명의 입자 차폐물(10)은 종래의 펄리클처럼 마스크 자체에 부착되기 보다는 마스크 홀더, 마스크 테이블(MT), 장치의 프레임 또는 기타 임의의 적당한 수단에 부착될 수 있다. 마스크(MA)는 반사성이며 반사면이 아래 방향을 향하여 대략

수평으로 배치된다는 것을 알 수 있다. 입사하는 투영 빔(PB_i)은 조명 시스템(IL)으로부터 대체로 위 방향으로 마스크로 지향되며, 그러면 반사된 투영 빔(PB_r)은 아래 방향으로 투영 시스템(PL)으로 반사된다. 마스크의 작용면이 아래로 향하여 있기 때문에, 중력은 장치내에 존재하는 입자들이 마스크로부터 떨어지도록 한다. 하지만, 강력한 EUV 투영 빔은 그 경로내에 있는 입자들에 에너지를 제공하여 그들이 중력을 극복할 수 있게 된다. 특히, 입자들과 충돌하는 투영 빔(PB_i)내의 광자는 대체로 위 방향의 운동량을 부여한다. 따라서, 오염 입자들은 마스크(MA)를 향하게 되고 바람직하지 않은 오염을 유발하게 된다. 오염 입자들의 브라운 운동도 그 운동 방향이 마스크나 다른 민감한 물체를 향하게 한다. 또한 장치의 이동부는 오염 입자를 만들 수 있고 중력을 극복하도록 운반 에너지를 제공할 수 있다.

이것을 막기 위해서, 정전기적 입자 차폐물(10)은 마스크에 수직으로 어느 일측에 위치된 두 개의 캐패시터 판(11, 12)을 포함한다. 상기 판(11, 12)은 반대로 하전되어 그들 사이에 전기장(E)을 구축한다. 판(11, 12)의 면적이 실질적으로 그들의 간격(d)보다 넓다고 가정하면, 전기장(E)은 다음과 같이 주어진다:

$$E = \frac{V}{d}$$

여기서, V는 캐패시터에 걸리는 전압이다. 본 발명의 실시예에서, 간격(d)은 약 300nm로서 마스크의 폭에 대략 두 배이고, 판들(11, 12)간의 전위차는 약 10kV이다. 이것은 33kV/m의 전기장을 만든다.

캐패시터판(11, 12)간의 자기장내에 있는 하전 입자에 가해지는 힘은 입자의 전하와 전기장 세기(E)의 곱과 같다. EUV 노광 방사선을 사용하여 작동 중인 리소그래피장치에서는 투영 빔으로 들어오는 어떠한 입자도 신속히 이온화된다고 가정할 수 있다. 이온화 에너지가 단지 수 eV 정도인 것에 비하여 EUV 광자의 에너지는 92eV이다. 8 μ m²의 통상의 전력 밀도를 가진 투영 빔내에 있는 20nm 직경의 입자는 매초당 약 1.7 $\times 10^5$ 개의 광자와 충돌하며, 따라서 증폭적으로 이온화되기가 매우 쉽다. 최악의 경우이기는 하지만 단독으로 이온화된 입자에 대하여는, 그 입자에 가해지는 힘은 약 5.3 $\times 10^{-15}$ N 이 될 것이다. 이 힘은 그러한 입자들이 마스크에 닿지 않게 하기에는 충분하다는 것을 알 수 있다. 상기와 같이 최악의 경우에서, 하나의 입자가 한 쪽 캐패시터에서 다른 쪽으로 이동하는 데 걸리는 시간(t)은 다음과 같이 주어진다:

$$t = \sqrt{\frac{2dm}{F}}$$

여기서, m은 입자의 질량이고 F는 전기력이다. 아래의 표 1은 2000kg/m³의 밀도(ρ)를 가진 구형 입자를 가정할 때, 서로 다른 크기의 여러 입자에 대한 횡단 시간을 나타낸다.

[표 1]

입자 크기	시간
20nm	0.1ms
100nm	11ms
500nm	0.11s
1 μ m	0.35s

최악의 경우에, 예를 들어 충돌에 따른 결과로 장치내의 금속부로부터 떨어져 나온 입자는 최대한 금속내의 음속, 예를 들어 5000m/s으로 이동할 수 있다. 캐패시터를 통해 이 속도로 움직이는 20nm 직경의 입자는 만일 캐패시터판(11, 12)의 높이(h)가 약 500nm이면 편향되어 더 낮은 속도가 된다. 이것은 상기 입자가 단지 최소한으로 하전된 경우에 그러하다. 실질적으로 더 높은 전하대 질량비로 인하여, 어떠한 이온이나 하전된 분자도 정전기적 입자 차폐물(10)에 의하여 매우 빠르게 편향된다는 점을 주의해야 한다.

제1실시예의 변형례에서는 전극들(11, 12)간에 교류전압이 인가되어 전극들 사이에 갇혀 있는 플라스마를 "생성하고" 마스크(MA)에 접근하는 오염 입자에 대한 방어벽으로서 역할한다. 플라스마로 접근하는 중성 입자는 신속히 이온화되고 플라스마에 트래핑된다. 플라스마는 1mbar 급의 압력에서 예를 들어, 아르곤과 같은 불활성 가스의 분위기에서 형성될 수 있다. 교류전압은 약 100 내지 500V/cm의 필드 세기를 구축하게 할 수 있고 약 1 내지 10MHz의 주파수를 가질 수 있다.

제2실시예

본 발명의 제2실시예는 후술하는 바를 제외하고는 제1실시예와 동일할 수 있으며, 불균일한 전기장을 이용하는 정전기적 입자 차폐물(20)을 구비하는 것이 보다 효율적임을 입증한다.

본 발명의 제2실시예의 정전기적 입자 차폐물(20)이 도 3에 도시되어 있다. 입사하는 투영 빔과 반사된 투영 빔(PB_i, PB_r)이 가로지르는 체적에 인접하는 마스크(MA)의 일측과 그에 수직하여 기다란 하전 부재(21)가 놓인다. 캐패시터를 형성하는 한 쌍의 하전판과는 대조적으로 하나의 하전 부재는 불균일한 전기장을 형성하며 여기에는 중성 분자 및 입자내의 쌍극자를 포함하고 따라서 쌍극자에 힘을 가한다. 불균일한 전기장도 극성 분자에 힘을 가할 것이고 따라서 쌍극자 모멘트가 유도된 중성 분자나 중성 입자뿐만 아니라 극성 분자들도 포획한다. 쌍극자에 가해지는 힘은 다음과 같이 주어진다:

$$\vec{F} = (\vec{p} \cdot \vec{\nabla}) \vec{E}$$

여기서, p 는 입자의 유도된 쌍극자 모멘트이다. 기다란 하전 부재(21)는 실린더의 단위 길이당 μ Coulomb/m의 전하를 가진 실린더에 가깝다. 이것이 유도하는 전기장은 다음과 같이 주어진다:

$$E(r) = \frac{\mu}{2\pi\epsilon_0 r}$$

여기서, \vec{r} 은 입자의 좌표계에서의 위치 벡터이고, r 은 실린더의 중심까지의 거리이며, ϵ_0 는 진공에서의 유전상수이다. 유전상수 ϵ 를 갖는 구의 내측의 전기장은 다음과 같이 주어진다:

$$E_{\text{inside}}(r) = \frac{3}{\epsilon+2} E(r)$$

한편, 입자 내부의 변위된 전하에 의하여 유도되는 전기장은 다음과 같이 주어진다:

$$E_{\text{induced}}(r) = -\frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} E(r)$$

분극(P)은 단위 체적당 쌍극자 모멘트로 정의되고 다음과 같이 주어진다:

$$P = \epsilon_0 (\epsilon-1) E_{\text{induced}} = \frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} 3\epsilon_0 E(r)$$

하전된 실린더의 중심으로부터 거리 r 만큼 떨어진 입자에 대하여 반지름 r_0 를 가진 입자는 모멘트 p 를 가진 쌍극자로 대체될 수 있으며 p 는 다음과 같이 주어진다:

$$p = \frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} 4\pi\epsilon_0 r_0^3 E(r)$$

따라서 상기 입자를 도 4에 도시된 바와 같이 입자의 반지름 r_0 의 두 배만큼 떨어진 전하 $+Q$, $-Q$ 로 간주할 수 있다. 전하 Q 의 크기는 다음과 같이 주어진다:

$$Q = \frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} 2\pi\epsilon_0 r_0^3 E(r) = \frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} \frac{r_0^3 \mu}{r}$$

이로부터, 쌍극자상의 힘은 다음과 같이 나타낼 수 있다:

$$F = QE(r-r_p) - QE(r+r_p) = -\frac{Q\mu}{2\pi\epsilon_0 (r-r_p)} - \frac{Q\mu}{2\pi\epsilon_0 (r+r_p)}$$

입자 반경이 기다란 하전 부재(21)로부터의 거리에 비하여 작은 경우에 이것은 다음과 같이 근사될 수 있다:

$$F \approx \frac{Q\mu}{2\pi\epsilon_0 r} \cdot \frac{2r_0}{r} = \frac{Q\mu r_0}{\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{\epsilon-1}{\epsilon+2} \cdot \frac{\mu^2 r_0^2}{\pi\epsilon_0 r^3}$$

이 힘은 입자 반경의 세제곱에 의존하므로, 입자에 가해지는 가속도는 그 크기와 무관하다. 밀도(ρ)가 2000kg/m³와 같고 전하 밀도(μ)가 10 Coulomb/m 인 입자에 대하여, 유전 상수(ϵ)를 다르게 하면서 마스 크의 크기인 약 150mm의 거리를 이동하는 데 걸리는 시간이 아래의 표 2에 주어진다:

[표 2]

ϵ	시간(초)
2	224
3	177
5	158
∞ (금속 입자)	112

입자가 하전 부재(21)에 도달하는 데 상당한 시간이 걸리지만, 불균일한 필드는 마스크의 앞에서 마스크 쪽의 수백의 거리로 연장되어 입자가 편향되기에 충분한 시간을 부여하도록 배치될 수 있기 때문에 불균일한 필드가 장치내의 중성 입자를 효과적으로 포획할 것이다.

제3 실시예

본 발명의 제3 실시예는 흡수하는 내용을 제외하고는 제1 또는 제2 실시예와 동일할 수 있는데, 여기서는 오염 입자를 편향시키기 위해서 광 미풍(optical breeze)을 생성하는 광학적 입자 차폐물을 사용한다.

제3 실시예는 도 5에 도시되며, 마스크(MA)와 평행하고 그 앞의 공간을 가로지르는 전자기 방사선의 고강도 차폐 빔(32)을 방출하는 방사원(31)을 포함한다. 상기 방사원(31)은 소정 영역 외부의 표류 광선의 발산을 최소화하면서 동시에 소정 공간을 가로지르는 빔을 지향시키기 위한 적절한 시준 및/또는 지향 수단을 구비한 임의의 적절한 소스 또는 소스의 배열일 수 있다. 마스크(MA)의 앞에 있는 공간의 다른 쪽에는 차폐 방사선을 흡수하고 반사를 막기 위해서 빔 흡수기(33)가 놓일 수 있다. 차폐 빔(32)의 광자는 운동량 p 을 가지며 이것은 빔(32)으로부터 광자를 흡수하는 어떠한 입자에 전달될 것이다. 따라서 입자 차폐물(30)에서 빛의 파장은 예상되는 모든 입자에 의하여 흡수되도록 선택된다. 파장은 사용된 레지스트가 감응하지 않아 기판에 도달하는 어떠한 표류 광선도 레지스트를 노광시키지 않는 것으로 선택될 수도 있다.

m 당 세기 1의 방사선 빔에 의하여 가해진 압력은 다음과 같이 주어진다:

$$P_t = \frac{I}{c}$$

여기서, c 는 광속(3×10^8 m/s)이다. 반지름 r_c 와 밀도 ρ 를 가진 구형 입자의 가속도는 다음과 같이 주어진다:

$$a = \frac{3I}{4\pi r_c^2 \rho}$$

이것은 시간에 대하여 일정하며 따라서 거리 d 를 지나는 데 요구되는 시간은 다음과 같이 주어진다:

$$t = \sqrt{\frac{2d}{a}} = \sqrt{\frac{8\pi d r_c^2 \rho}{3I}}$$

다양한 크기의 입자가 마스크의 크기에 가까운 150nm의 거리를 지나는 데 드는 시간이 아래의 표 3에 주어져 있으며, 입자 밀도 ρ 는 2000 kg/m^3 으로, 세기는 8 kw/m^2 로 가정한다.

[표 3]

입자 크기(nm)	시간(초)
10	0.4
25	0.6
50	0.9
100	1.8

마찬가지로, 광학적 입자 차폐물(30)이 마스크(MA)의 앞에서 실제 거리에 걸쳐 연장되도록 배치된다면 현저한 편향을 얻을 수 있다. 특히, 광학적 입자 차폐물은 투영 빔(PB)과 유사한 방사선 세기를 갖도록 구성되어 광학적 차폐물에 의하여 가해진 편향력이 투영 빔에 의하여 가해진, 입자를 마스크(MA) 쪽으로 상송시키려는 힘과 대등해질 수 있다.

제4 실시예

제4 실시예는 흡수하는 내용을 제외하고는 제1 내지 제3 실시예와 동일할 수 있는데, 여기서는 보호필 요소의 앞에 추가적인 이온화 방사선이 제공되어 그 요소로 접근하는 이온을 몰아내기 위해서 그 요소 자체가 하전된다.

도 6은 이온화 방사원(41)을 도시하며, 이는 보호필 요소(이 경우에 마스크(MA))의 앞에 있는 영역을 가로지르는 이온화 방사선의 횡단 빔(42)을 쏘아준다. 빔(42)은 마스크(MA)로 접근하는 대부분의 원자 또는 모든 원자를 이온화, 바람직하게는 중복 이온화(multiple ionization)시킬 만큼 충분히 큰 마스크(MA)의 기능면에 수직인 두께(t)를 갖는다. 방사선의 파장은 예상되는 모든 원자를 이온화시킬 만큼 짧아야(강력해야) 하고, 따라서 200nm(6.2 eV)보다 짧은 것이 바람직하다. 예를 들어, 59nm 방사선(21 eV)을 방출하는 He 방전 램프가 적당하다. 그러한 소스는 일반적으로 펄스화되며 그 경우에 보호 영역을 통과하는 모든

원자를 조사할 수 있을 만큼 빠른 반복 속도를 가져야 한다. 예를 들어, 100mm의 빔 폭을 가지고 4Hz의 반복 속도가 사용될 수 있다. 실온에서의 일반 속도인 400ms⁻¹로 이동하는 가스 분자는 최소 0.25ms 내에 차폐물을 가로지르며, 따라서 최소한 하나의 펄스에 의하여 조명될 것이다.

제5 실시예

제5 실시예는 도 7에 도시되어 있으며 제4 실시예의 변형례이다. 제5 실시예에서는 마스크(MA)에 대하여 음으로 하전되는 포집판(collector plate)(43)이 추가되어 차폐 효과를 증가시킨다. 포집판(43)은 마스크(MA) 쪽이 아닌 보호 빔(42)의 다른 쪽에 놓이며 상대적으로 양의 마스크(MA)에 의하여 반발된 양으로 하전된 이온을 끌어당기는 역할을 한다.

제6 실시예

도 8에 도시된 제6 실시예는 제5 실시예의 변형례이며 투영 빔(PB)에 의지하여 마스크(MA)로 접근하는 어떠한 오염물도 이온화한다. 이 실시예에서 포집 차폐물(43)은 마스크와 투영 빔(PB)의 경로에 더 가깝게 위치할 수 있다.

제7 실시예

제7 실시예는 후술되는 내용을 제외하고는 이전 실시예와 동일할 수 있는데, 여기서는 방사선의 입사로 인하여 물체로부터 떨어져 나온 전자를 끌어당기도록 물체로부터 소정 거리에 메시(또는 격자)가 제공된다.

도 9는 방사선(BR)의 빔이 입사되는 표면(OS)상의 물체(O)의 단면도이다. 물체(O)는 기판(W)일 수도 있고, 마스크(MA)와 같은 패터닝 수단일 수도 있으며, 또는 방사선 시스템(IL)이나 투영 시스템(PL)내의 거울일 수도 있다. 방사선(BR)의 빔은 물체(O)의 표면(OS)으로부터 전자(e)가 이탈되게 한다. 메시(M)는 물체(O)의 표면(OS)으로부터 소정 거리에서 실질적으로 그와 평행하게 놓여 있다. 메시(M)에는 전압원(VS)이 접속되며 메시에 소정의 양 전압을 인가한다. 물체(O)는 전기적으로 접지 전위에 접속되어 있다. 그 결과 이탈된 전자(e)는 메시(M)에 의하여 끌려 포집된다. 물체(O)는 전자를 밀어내도록 음으로 바이어스될 수도 있다.

도 10은 메시(M)의 사시도이다. 여기서, 메시는 복수의 평행한 와이어(Mw)로 이루어진다. 각 와이어의 두께(d3)는 인접한 와이어들간의 거리(d1)보다 실질적으로 작다. 이것은 메시가 방사선의 빔을 호리게하지 않게 한다. 나아가, 인접한 와이어들간의 거리(d1)는 물체(O)의 표면(1a)으로부터 와이어의 거리(d2)보다 작다. 이것은 와이어로부터 표면까지의 전기장이 거의 균일해지게 한다.

와이어(Mw)의 크기는 그 두께(d3)가 2 μ m 내지 10 μ m인 것이 적당하다. 와이어는 통상 텅스텐, 몰리브덴, 구리 또는 지르코늄 등의 도체로 형성된다. 특히 지르코늄은 EUV에 비교적 투명하다는 장점이 있다. 와이어들간의 거리(d1) 및 표면(OS)으로부터 와이어의 거리(d2)는 모두 통상 1cm 정도이다.

도 11 및 도 12는 곡면형 물체(O)용으로 사용되는 메시를 도시한다. 도 11에서 메시(M)는 물체(O)의 곡면을 따라 유사하게 만곡되어 있다. 도 12에서 메시(M)는 실질적으로 평면형이다. 메시가 물체(O)의 굴곡을 따르는 것도 가능하지만 반드시 그럴 필요는 없다. 어떠한 경우에는 메시의 와이어를 곡면형으로 형성하도록 위치시키는 것이 불가능할 수도 있다.

상기 내용에서 메시는 복수의 평행한 와이어로 이루어지는 것으로 기술되어 있지만, 장점을 살려 다양한 패턴이 사용될 수 있다. 특히, 메시의 와이어에 대한 고정점이 제한되는 상황에서는 필수적으로 패턴이 달라진다.

제7 실시예에 따른 메시(M)는 종전의 실시예나 이후의 실시예 중 어느 것과 함께 조합하여 사용되는 것이 유리할 수도 있다. 그러한 경우에, 마스크(MA) 등의 물체와 메시(M) 사이의 전기장은 이탈된 전자가 마스크로 다시 떨어지는 것을 막아주며 그것이 메시에 의하여 포집되게 한다. 마스크(MA)(또는 일반적인 어떠한 물체(O))로 접근하는 양으로 하전된 입자(예를 들어, 이온화 방사선에 의하여 이온화된 입자)는 메시의 양의 바이어스에 의하여 반발되거나 느려질 것이며, 종전 실시예에서 기술된 바와 같이, 또는 나중에 후술되는 바와 같이 편향된다. 메시(M)는 물체(MA)와 상기 요소(11, 12, 21, 31, 33) 중 어느 것의 사이에 위치된다. 따라서 전자기 차폐물은 수 개의 인접한 차폐 전자기장(또는 순수 전기장)으로 이루어진다.

또한, 도 9는 포집된 전자에 의하여 유도된 전류를 측정하기 위한 감지 수단(AM)을 도시한다. 투영 빔으로부터의 입사 방사선으로 인한 광전효과에 의하여 이탈된 후 메시에 포집된 전자는 방사선의 세기나 조사량을 측정하거나 물체(O)의 표면에 대한 오염을 관찰하는 데 사용될 수 있다.

제8 실시예

도 13은 본 발명의 제8 실시예에 따른 리소그래피 장치의 조명 시스템(IL)의 일부, 마스크(MA) 및 투영 시스템(PL)을 도시하고 있으며, 후술하는 바를 제외하고는 제1 실시예와 동일하다.

제8 실시예에서는 거울 상자(140)가 투영 시스템(PL)을 형성하는 거울(142) 및 조명 시스템(IL)의 최소한의 부분을 형성하는 거울(143)을 부분적으로 포함하고 있다. 거울 상자(140)는 투영 광학기 상자라고 언급될 수도 있다. 본 발명에 따르면, 거울 상자(140)에는 그 표면 내부와 외부의 대부분에 전극(141)이 제공된다. 전극(141)은 거울 상자(140)의 표면을 도체 코팅하여 형성될 수 있다. 장치를 사용할 때에는, 전극(141)은 전원(144)(예를 들어, 5볼트)에 접속되며 전극들은 양이나 음으로 하전된다. 마스크(MA) 또는 차폐될 어떤 다른 물체(거울), 혹은 몇 개의 다른 전극들은 접지되거나 차폐 전기장을 생성시키도록 전기 전위에 접속되는 것이 바람직하다.

장치를 사용할 때에는, 거울 상자(140) 및 거울이나 그 안에 봉해진 기타 광학요소들은 진공하에 있으며(어떤 경우에는 거울 상자(140)가 진공 챔버벽의 일부를 형성할 수도 있음), 하전된 전극(141)은 진공 시스템에 전류하는 입자를 끌어당기는 역할을 한다. 일단 입자가 끌어당겨져 전극(141)과 충돌하면 그것들은 거기에 부착하여 있으려 할 것이고 따라서 진공의 미립자 오염의 양은 감소된다.

바람직하게는, 전극에는 진공내의 입자를 최대한 포획하기 위해서 가능한 넓은 면적의 자유면(free

surface)이 제공된다. 예를 들어, 거울의 뒷면과 그 밖의 반사성 광학요소와 같이 진공 시스템의 임의의 적당한 표면에는 거울 상자(140)뿐만 아니라 포획 전극이 제공될 수 있다. 최소한 마스크와 가깝게 그와 마주하는 적당한 모든 표면에도 전극을 제공하는 것이 바람직하다. 거울 상자(140)는 도체이고 거기에 부착된 어떠한 민감한 구성요소도 절연될 수 있는 경우에, 거울 상자(140) 자체를 하전시켜 입자 트랩 전극을 형성하는 것도 가능하다.

또한 도 13은 거울 상자(140)를 배기시키는 진공 펌프(VP)를 향하는 가스의 흐름을 화살표로 나타내고 있다.

제9 실시예

본 발명의 제9 실시예는 도 14에 도시된 트랩 또는 입자 차폐물을 제공하며 이것은 제1 실시예와 관련하여 사용된 리소그래피 장치, 마스크 조작 또는 이송 장치, 마스크 저장 상자나 마스크 기재장치(mask write r)와 같은 장치에서 사용될 수 있다.

제9 실시예의 입자 차폐물(50)은 마스크(MA)의 패턴 측(P)에 근접하여 배치된 전극(51, 52)의 배열이나 1차원 또는 2차원 격자를 포함하여 이루어진다. 입자 차폐물(50)이 마스크 조작장치나 마스크 저장 상자에 사용될 때에는 그것이 패턴(P)의 전체 표면적을 덮을 수 있다. 리소그래피장치에서는, 입자 차폐물이 노광용 경로 밖으로 이동되거나, 입자 차폐물에 조영된 영역에 대응하는 슬릿이 제공되거나 할 것이다. 작은 입자가 마스크(MA)의 패턴 측에 도달하지 않게 하려면, 인접한 전극(51, 52) 중 하나가 전원(53)에 의하여 반대 극성으로 하전된다. 이것은 인접한 전극간에 전기장을 구축하며 양과 음으로 하전된 입자를 그와 반대로 하전된 전극으로 끌어당긴다. 전극이 계속해서 전원에 접속할 필요는 없다는 것에 유의해야 한다. 전극들이 잘 절연되어 진공중에 유지된다면, 전원의 접속이 끊어진 후 일정 기간동안 마스크(MA)를 보호하도록 전극에 충분한 전하가 보유될 수 있다.

도 15는 제9 실시예에 따른 변형된 입자 차폐물을 도시한다. 입자 차폐물(50a)에서 전극(51a, 52a)에는 플기부 혹은 용기부가 형성되어 있어서 그들 부근에서 필드 그레이디언트를 강화하고 입자 트래핑 효과를 향상시킨다.

제10 실시예

제10 실시예는 제9 실시예와 마찬가지로 리소그래피 투영장치, 마스크 조작장치, 마스크 저장 상자 또는 마스크 기재장치 등의 장치에서 사용될 수 있으며 물리적 입자 트랩들이 제공된다. 이들은 도 16에 도시된 다.

물리적 입자 트랩은 보호판(60) 표면의 후퇴부(62)에 형성된다. 후퇴부(62)내에는 복수의 돌출부(61)가 마련된다. 돌출부(61)는 나무형 구조로 된 가시(barb)를 구비하여 후퇴부로 들어온 입자가 가시에 의하여 탈출하지 못하고 포획되기 쉽다. 후퇴부(62)의 베이스부 및/또는 돌출부(61)를 하전시킴으로써(제8 실시예에서 기술된 바와 같이), 포획 효과를 높일 수 있다. 바람직하게는, 상기 판(62)을 차갑게 유지시켜 그와 충돌하는 입자가 운동 에너지를 잃기 쉽게 함으로써 트래핑 효과를 한층 더 높일 수 있다. 후퇴부(62)와 돌출부(61)는 작게 만들어져야 하고 예칭 기술을 이용하여 제조될 수 있다.

제11 실시예

제11 실시예에서는 도시되지는 않았지만 마스크와 그 주변간에 온도차를 줌으로써 리소그래피장치, 마스크 조작장치 또는 마스크 저장 상자내에 있는 마스크(MA)에 입자가 충돌하여 들러붙는 것을 막아준다.

예를 들어, 램프 등의 가열기로 하여 마스크를 가열하고/또는 마스크(MA)의 패턴 표면의 부근에 적당한 냉각기에 의하여 냉각된 냉각판을 제공함으로써 온도차를 줄 수 있다. 마스크 근처에 냉각 표면이 존재할은 마스크에 부착되는 입자를 감소시키는데, 이는 냉각 표면과 충돌하는 입자가 운동 에너지를 잃어버리기 쉽고 따라서 냉각 표면에 들러붙기가 보다 쉽기 때문이다. 마스크를 그 주변보다 높은 온도로 가열하면 연속적인 서모포레틱 효과(thermophoretic effect)를 낼 수 있다.

제12 실시예

제12 실시예도 도시되지는 않았지만, 여기서는 노광 시간을 제외한 기간 동안에 마스크의 패턴닝된 측의 아래에 마스크와 면적이 같은 판이 위치할 수 있다. 이 차폐판은 마스크로부터 5mm 내지 20mm의 거리를 두고 있으며 제9, 제10 및 제11 실시예의 어느 것 또는 그 모두에 따른 입자 차폐물로서 구성될 수 있다.

제13 실시예

본 발명의 제13 실시예는 도 17에 도시된 진공 시일(vacuum seal)을 제공하며, 이것은 리소그래피장치의 진공 챔버 또는 마스크 조작 장치에서 사용될 수 있다.

제13 실시예에서는 두 개의 벽면부(71, 72)가 부분적으로 겹쳐져 있으며 미캐니컬 시일(73)에 의하여 함께 실링되어 있다. 상기 벽(71, 72)은 주위 압력으로부터 진공 챔버(V)를 격리시킨다. 미캐니컬 시일(73)의 진공측에는 두 개의 전극(74, 75)이 제공되어 하나는 벽면부(71)상에 하나는 벽면부(72)상에 있다. 상기 전극(74, 75)은 전원(76)에 접속되어 반대 극성으로 하전된다. 그러면 이들 전극은 미캐니컬 시일(73)에 의하여 생성될 수 있는 어떠한 하전 입자를 트래핑하는 역할을 한다. 나아가, 제10 및 제11 실시예의 해결책 중 어느 것이 진공측의 시일(73)의 가까이에 제공되어 시일(73)로부터 입자를 트래핑할 수 있다.

제14 실시예

본 발명의 제14 실시예는 마스크가 저장될 수 있는 시간을 연장시켜 주는 마스크 저장 상자를 제공한다.

도 18에 부분적으로 도시된 마스크 저장 상자(80)는 주 하우징(81) 및, 마스크가 저장될 수 있는 봉해진 챔버를 형성하는 하우징 바닥부(82)를 포함하여 이루어진다. 마스크(MA)는 적절한 클램핑 수단(도시되지 않음)에 의하여 제 위치에 유지된다. 봉해진 챔버는 진공하에 있을 수도 있고 오염되지 않는 불활성 가스로 채워질 수도 있다. 어느 경우이나 상기 하우징은 시일(83)에 의하여 밀폐된다. 봉해진 챔버가 진공하

에 있는 경우에, 상기 시일(63)은 제13실시예에서 기술된 바와 같이 입자를 트래핑하기 위해서 전극을 포함할 수 있다.

또한 봉해진 챔버내에는 입자 차폐장치(84)가 제공된다. 입자 차폐장치(84)는 봉해진 챔버내에 존재할 수 있는 입자를 트래핑하는 역할을 하거나, 그렇지 않으면 그 입자들이 마스크(MA), 특히 그 패터닝된 표면에 도달하지 않게 하며, 제1내지 제11실시예와 관련하여 상기 서술된 바와 같이 구성될 수 있다. 입자 차폐물(84)이 전원을 필요로 하는 경우에는 마스크 저장 상자(80)내에 포함된 전원 또는 외부 전원으로 부터 제공받을 수 있다. 바람직하게는, 입자 차폐물은 장기간 저장하는 동안에는 외부 소스로부터 전원을 받도록 구성하며, 또한 재충전이 가능한 내부 전원을 마련하여 이송중에도 입자 차폐물(84)을 작동하도록 유지시키는 것도 바람직하다.

제15실시예

도 19는 본 발명의 또 다른 실시예를 도시한다. 튜브(150)내에서 전극(141)에 의하여 전기장이 생성되는 것을 나타낸다. 튜브(150)는 튜브(150)의 다른 쪽 끝이 접속된 진공 챔버(V)를 배기시키는 진공 펌프(VP)에 연결될 수 있다. 튜브(150)의 안 쪽에는 음으로 하전된 전극이 배치되어 10이상의 피차폐물이 놓여 있는 챔버(V)의 밖으로 입자를 내보낸다. 튜브는 도 13에 도시된 것을 상자(140)의 원 쪽에 놓일 수도 있다. 하지만, 예를 들어 투영 장치에서 사용하기 전에 마스크를 세정하는 어떤 마스크 조작장치에 튜브가 연결될 수도 있다. 마스크의 패터닝된 표면으로부터 떨어져 나온 입자는 그후 튜브(150)를 지나면서 전기장에 의하여 추출될 수 있다. 선택적으로 방사선의 이온화 빔(42)이 사용될 수 있다. 공간(V)으로부터 입자를 추출하는 전극의 구성은, 예를 들어 이전 실시예에서 논의된 바와 같은 것도 적합하며 도 19에 도시된 것에 국한되는 것은 아니다.

이상에서는 본 발명의 특정 실시예에 대하여 기술되었지만, 본 발명이 기술된 것과 다르게도 실시될 수 있음은 명백하다. 본 발명이 서술 내용에 한정되는 것은 아니다. 특히, 다른 실시예들간의 입자 차폐물들은 조합될 수 있어서 본 발명에 따른 입자 차폐물은 균일한 자기장, 불균일한 자기장, 광 미중, 이온화 방사선 및 피차폐물의 하전 중 어느 10이상을 이용할 수 있다. 본 발명은 임의의 형태의 투영 빔을 사용하는 리소그래피장치에서, 예를 들어 193nm, 157nm 등의 약 200nm 미만의 파장을 갖거나, EUV 방사선(예를 들어, 8 내지 20nm, 특히 9 내지 16nm의 파장을 가진)에 특별히 이용될 수 있으나 배타적인 것이 아니다.

본 발명의 효과

상술한 바와 같이, 본 발명은 마스크 조작장치 및 리소그래피 투영장치에서 오염으로부터의 보호가 요구되는 마스크 및 기타 구성요소에 입자가 도달하지 않도록 하면서, 동시에 투영 빔의 허용할 수 없는 감소를 막게 해주는 입자 차폐물을 제공한다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

방사선의 투영 빔을 공급하는 방사 시스템;

투영 빔을 소정 패턴에 따라 패터닝하는 역할을 하는 패터닝 수단을 지지하는 지지 구조체;

기관을 유지하는 기관 테이블; 및

기관의 목표영역으로 패터닝된 빔을 투영시키는 투영 시스템을 포함하며,

차폐물 물체에 입자가 입사되지 않도록 전자기장을 생성하기 위한 입자 차폐수단을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입자 차폐수단은 차폐물 물체로 접근하는 입자를 편향시키도록 구성되고 배치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 입자 차폐수단은 전기장을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 4

제1항, 제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 입자 차폐수단은 상기 차폐물 물체의 부근에서 상기 전기장을 생성시키기에 적합하도록 되어있는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 입자 차폐수단은 불균일한 전기장을 생성하기에 적합하도록 되어있는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 6

제5항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 기다란 하전 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 실질적으로 균일한 전기장을 생성시키기에 적합하도록 되어있는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 상기 차폐될 물체에 인접한 영역의 어느 한 쪽에 실질적으로 서로 평행하게 배치된 한 쌍의 도체판 및 상기 한 쌍의 도체판의 사이에 전위차를 일으키는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 격자 또는 전극의 배열을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 격자 또는 배열은 상기 차폐될 물체의 차폐될 표면에 실질적으로 평행하게 배치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 정전기 게터러 플레이트(getterer plate) 및 입자를 끌어당기기 위한 전기장을 생성하도록 하는 전위로 상기 정전기 게터러 플레이트를 하전시키는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 상기 장치내의 공간 밖으로 입자를 내보내도록 구성되고 배치되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 적어도 하나의 입자 트랩을 포함하고, 상기 입자 트랩은 표면에 후퇴부를 포함하며 상기 후퇴부는 입자가 상기 후퇴부로 들어오는 것이 나가는 것보다 용이하도록 형성되는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 방사선의 빔을 생성하도록 배치된 방사원을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 방사원은 운동량 전달에 의하여 입자를 편향시키기 위한 광 미경으로 효과적인 전자기 빔을 생성시키기에 적합하도록 되어있는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서,
상기 방사원은 입자를 미온화시킬 수 있는 방사선의 빔을 생성시키기에 적합하도록 되어있는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 입자 차폐수단은 상기 차폐될 물체를 그 주변에 상대적으로 바이어스 전위로 하전시키는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 지지 구조체는 마스크를 유지하는 마스크 테이블을 포함하는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 차폐될 물체는 상기 마스크 테이블에 유지된 마스크인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 20

제1항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 차폐될 물체는 조명 시스템이나 투영 시스템내에 포함된 거울 또는 기타 구성요소인 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 21

제18항에 있어서,

상기 마스크를 상기 마스크 테이블로 이송하는 마스크 조작부를 더욱 포함하며, 상기 마스크 조작부는 상기 마스크를 차폐하기 위한 상기 입자 차폐수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 22

제1항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 기판을 상기 기판 테이블로 이송하는 기판 조작부를 더욱 포함하며, 상기 기판 조작부는 상기 기판을 차폐하기 위한 상기 입자 차폐수단을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 리소그래피 투영장치.

청구항 23

상기 제2대물테이블에 적어도 부분적으로는 방사선 감지재료의 층으로 덮인 기판을 제공하는 단계;

방사 시스템을 사용하여 방사선의 투영 빔을 제공하는 단계;

투영 빔이 그 단면에 패턴을 갖도록 패턴닝 수단을 사용하는 단계;

방사선 감지재료층의 목표영역에 방사선의 패턴닝된 빔을 투영하는 단계를 포함하며,

차폐될 물체에 입자가 입사되지 않도록 전자기장을 생성하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

청구항 24

제23항의 방법에 따라 제조된 디바이스.

청구항 25

마스크의 조작, 운반 또는 저장시 마스크를 봉하고 있는 챔버 및,

상기 마스크의 적어도 패턴닝된 표면만을 입자에 의한 오염을 막거나 풀이기 위한 입자 차폐물을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 마스크 조작장치.

청구항 26

제25항에 있어서,

상기 입자 차폐물은 상기 마스크의 적어도 패턴닝된 표면으로 입사되는 입자를 막도록 전자기장을 생성하는 입자 차폐수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 마스크 조작장치.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 입자 차폐수단은 격자 또는 전극의 배열을 포함하는 것을 특징으로 하는 마스크 조작장치.

청구항 28

제26항 또는 제27항에 있어서,

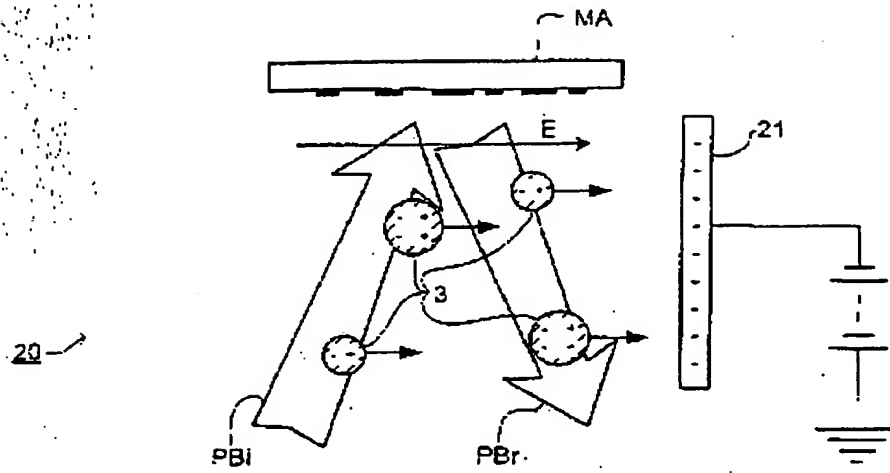
상기 입자 차폐수단은 상기 마스크를 그 주변보다 더 높은 온도로 유지시키는 가열기를 포함하는 것을 특징으로 하는 마스크 조작장치.

청구항 29

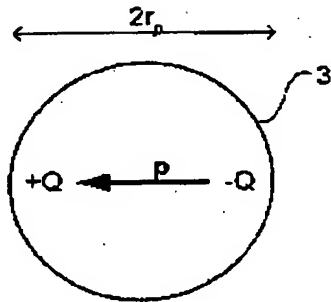
제26항, 제27항 또는 제28항에 있어서,

상기 입자 차폐수단은 마스크와 근접하여 배치된 플레이트 및 상기 플레이트를 상기 마스크의 온도보다

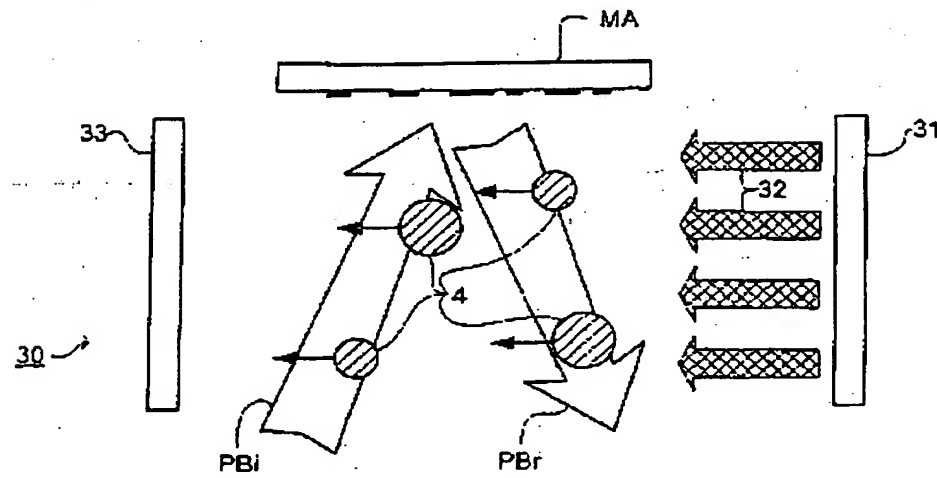
도 13



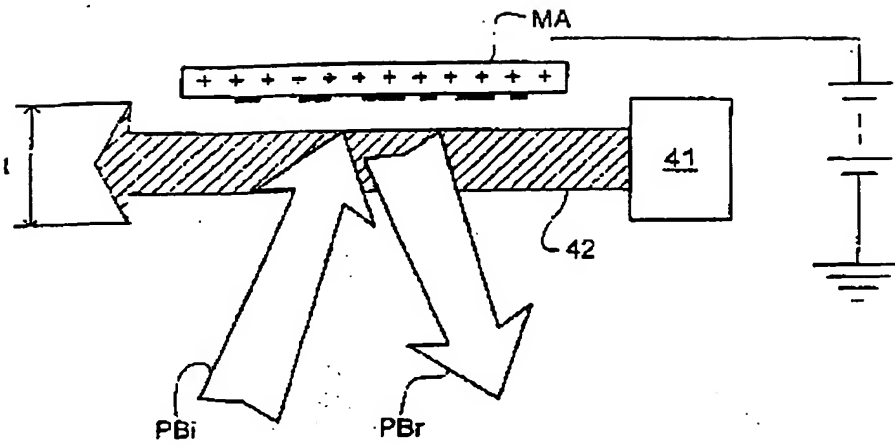
도 14



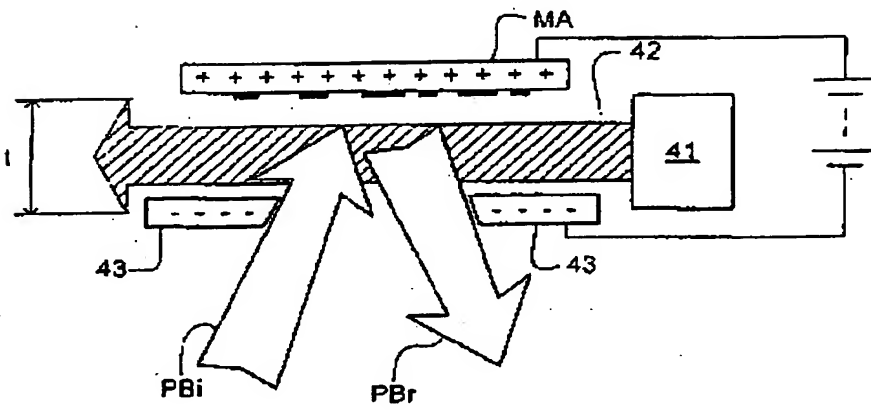
도 15



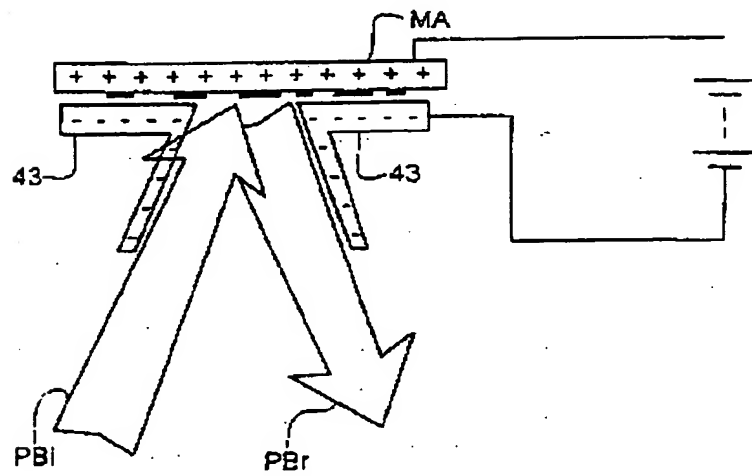
도 96

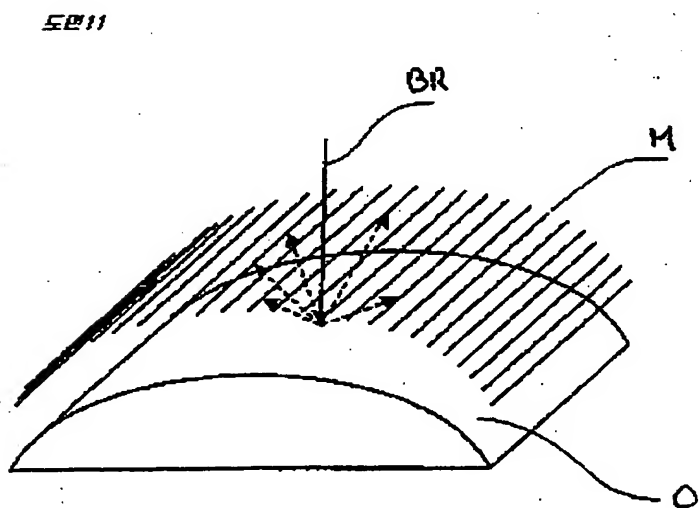
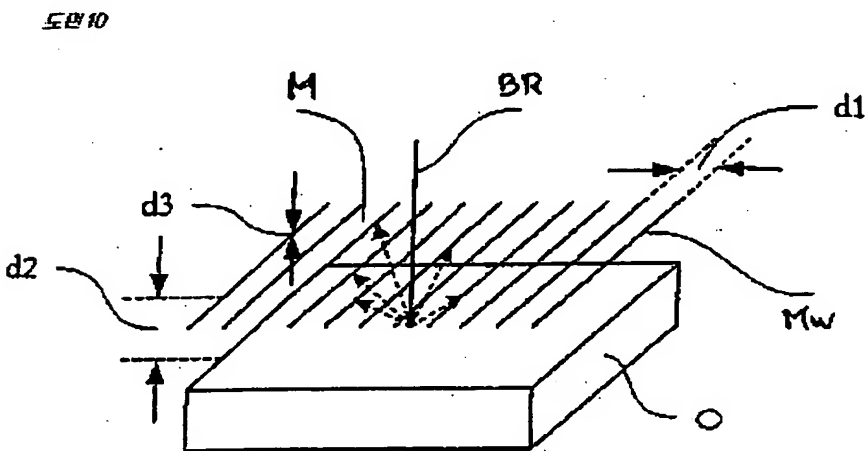
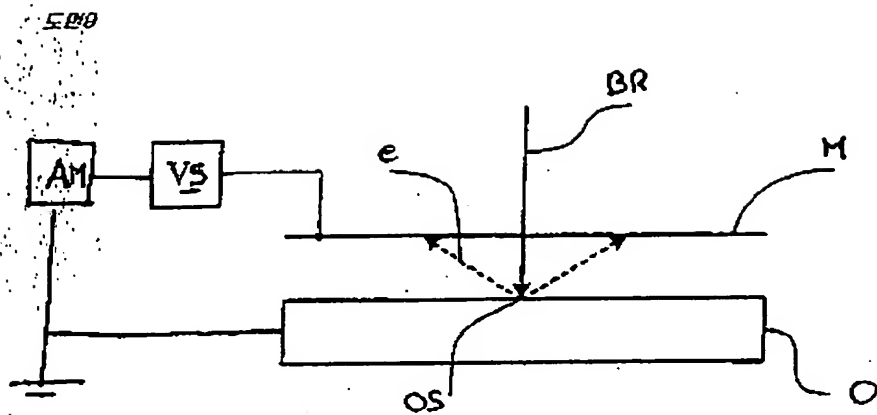


도 97

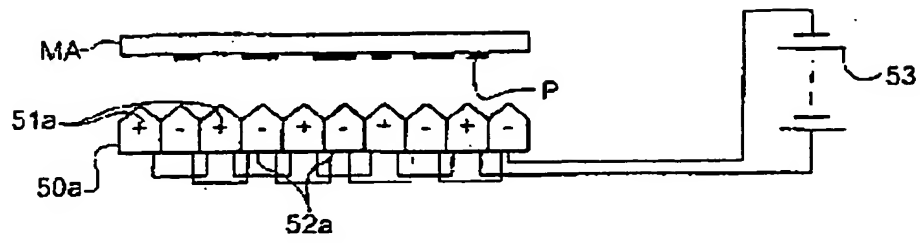


도 98

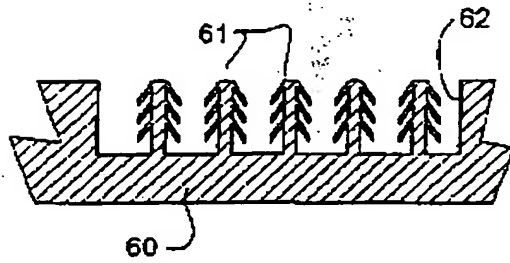




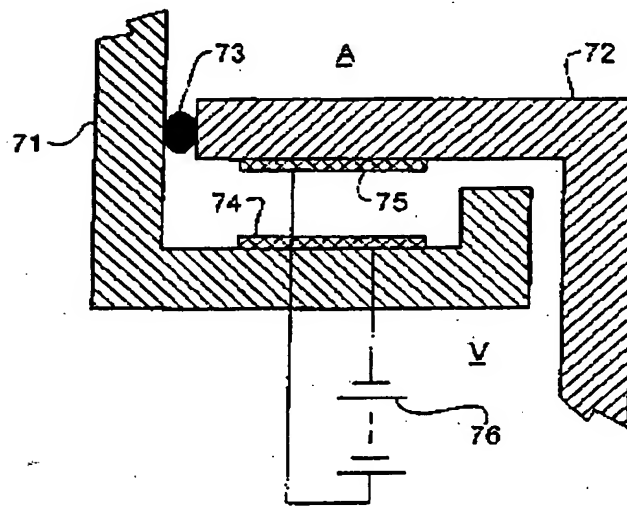
도면 15



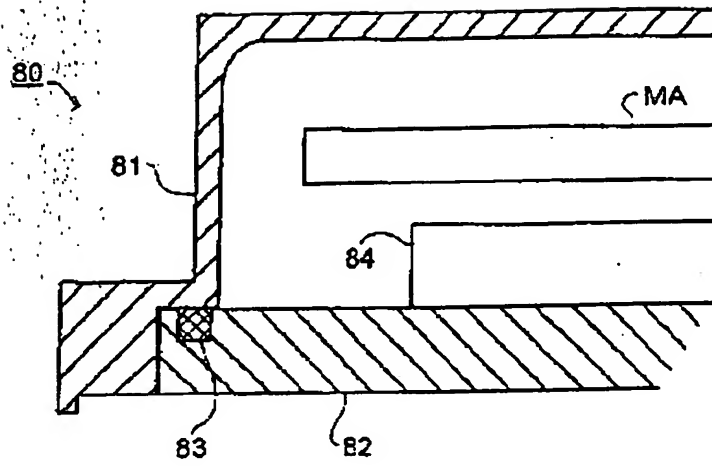
도면 16



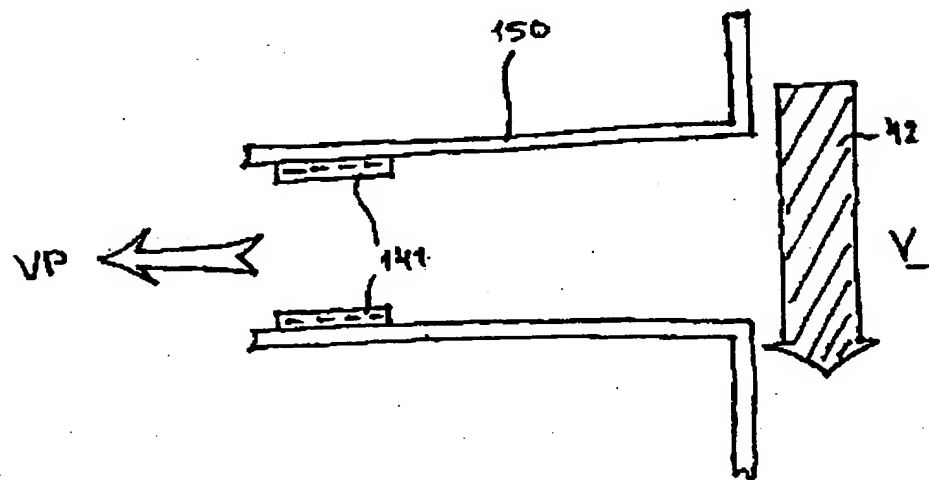
도면 17



도면18



도면19



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.